山形大学大学院教育実践研究科年報第 10 号(2019)

中学校数学科におけるプログラミング教育の可能性
― 一次関数の活用を通して ―

教科教育高度化分野（17220903）太　田　倖　暉

本研究の目的は，中学校数学科において生徒がプログラミング的思考を発揮し，データの特徴を捉え，一次関数とみなして問題解決する活動を促進する学習指導についての示唆を得ることである。授業実践の結果，プログラミング的思考の要素に沿った一連の活動のなかで，一次関数の式を求めようとする数学的活動が促進されることが示唆された。一方，数学的な理由や自らの生活経験を根拠に，そもそも一次関数とみなせないと判断する生徒の姿も確認された。

［キーワード］　中学校数学，一次関数，プログラミング教育，プログラミング的思考，GeoGebra

1　はじめに

(1)問題の所在と研究背景

学習指導要領の改訂により，2020 年から小学校においてプログラミング教育が全面実施される。文部科学省(2018)が公表した「小学校プログラミング教育の手引（第２版）」によると，小学校におけるプログラミング教育のねらいは次の３つであると述べられている。

・プログラミング的思考 [1] を育むこと
・プログラムやコンピュータを用いて問題を解決したり，よりよい社会を築いたりしようとする態度を育むこと
・各教科での学びをより確実なものにすること

手引には様々な教科での実践例が示され，プログラミング教育のねらいを達成しつつ，各教科の学びをより確実にすることの重要性が明記されている。また，小学校プログラミング教育においては，「コンピュータに意図した処理を行うよう指示することができるということ」を体験させることも重視している。これらの動きを受け，小学校では ICT 機器の整備，指導する教員の研修等，様々な問題を抱えながらも 2020 年の全面実施に向けて各学校，各自治体の動きが加速している。

一方，中学校，高等学校では情報等の一部の教科でプログラミングが部分的に指導されるにとどまっている。また，ICT も充分に活用されているとは言い難い。このような現状では，小学校でプログラミング教育を行っても，単発的な取り組みで終わってしまうことが危惧される。中学校，高等学校においても小学校プログラミング教育をさらに発展させることが期待される。

そもそもプログラミング教育は，小学校のみで行われるべきものなのだろうか。確かに，小学校以外でのプログラミング教育の実施は，学習指導要領には明記されていない。しかし，平成 29 年告示の中学校学習指導要領解説総則編では，「プログラミング的思考」は「情報活用能力 [2]」に含まれるものであり，「情報活用能力」は，各教科の特質に応じて適切な学習場面で育成すべきものと明記されている(文部科学省，2017a)。以上より，中学校においても各教科で「情報活用能力」の育成を通して，特に「プログラミング的思考」を意識し，同時に教科のねらいをより深め達成することには価値を見出すことができる。

本研究は，中学校数学科においてプログラミング教育，もしくはプログラミング的思考を意識した授業実践ができないだろうかという筆者の問題意識に基づき，構成されている。

(2)研究の目的

本研究は，中学校数学科において生徒がプログラミング的思考を発揮することで，数学的活動が促進される教材を検討し，授業実践の考察から学習指導への示唆を得ることを目的とする。

(3)研究の方法

上記の目的を達成するため，本研究ではプログラミング的思考に関する先行研究の検討，教科書教材の分析による理論的考察，及び授業実践の実施と分析による実践的考察により研究を進める。なお，授業実践の時期や協力校との関係から，今回は一次関数の活用において授業を実践する。

２　先行研究の検討

(1)プログラミング的思考の概念規定

文部科学省(2016)によると，「プログラミング的思考」は，「いわゆる『コンピュテーショナル・シンキング』の考え方を踏まえつつ，プログラミングと論理的思考との関係を整理しながら提言された定義である」と説明されている。「コンピュテーショナル・シンキング」は，J.M.Wing(2006)による“Computational Thinking”がもとになっている。Wingは「コンピュテーショナル・シンキング」とは，プログラミングそのもののことではなく，一見難しそうな問題を解決可能な問題に変換する人間の問題解決方法であり，これから必要となるリテラシーだと述べている。

赤堀(2017)は，プログラミング的思考は，目的と要素を組み合わせ，条件に応じて要素を変え，修正するという教科横断的な能力であると述べている。要素とは文部科学省の定義における「動きの組み合わせ」，修正とは「記号の組み合わせを改善」と対応している。

吉田(2018)は，プログラミング的思考は，プログラミングの考え方にもとづく論理的思考であり作業的な要素を多く含む５つの手順[3)]に分けられる問題解決の思考方法であると述べている。

本研究では，これらの主張，提言の経緯を参考に,プログラミング的思考を以下のように捉える。

「プログラミング的思考」

限られた状況のなかで問題を解決（目的を達成）するために，コンピュータを活用しながら，難しい問題を簡単な問題の集まりに変換し，改善を繰り返しながら最適な方法を探す思考。

(2)数学的活動とプログラミング的思考の関係

そもそもプログラミング的思考は，近年急に提唱されたものではない。S.パパート(1982)は，今から40年以上前に,コンピュータによる思考の道具としてロゴ(ROGO)というコンピュータ言語を用いて，子どもがプログラムを通して数学を学ぶことの重要性，これから求められる教育の在り方を述べた。AI時代と呼ばれる現代においても，その主張は全く色あせていない。プログラミング的思考という言葉は近年作られたものであっても，そのもととなる考えやコンピュータを用いて学ぶ数学は長い間研究されてきた。

吉田(2018)は，問題解決のためのプログラミングと数学の解決方法の手順は類似点が多く，プログラムで表現するためには問題をシステム的に捉え，定式化する力が必要であると述べている。中学校数学科における問題発見・解決の過程は，図１の「算数・数学の学習過程のイメージ」に整理されている。問題解決力を育成するためには，イメージ図の過程を意識し，指導において過程全体を遂行することが大切である。また，中学校学習指導要領解説数学編では，数学的活動とは,「事象を数理的に捉え，数学の問題を見いだし，問題を自立的，協働的に解決する過程を遂行すること」と明記されている(文部科学省，2017b)。

前述(1)ではプログラミング的思考とは,問題を解決（目的を達成）するための思考と述べた。これらを踏まえると,プログラミング的思考とは「コンピュータを活用する」,「難しい問題を簡単な問題に変換する」,「改善を繰り返す」などの要素が特徴的な，数学的活動と関わりの深い思考であると捉えることができる。上記に関し中村(2016)は,「プログラミング的思考を働かせた数学的活動（プログラミング）によって，数学的な見方・考え方[4)]がより深まり，それらのよさに気付くことで，数学的な概念や意味の意味の深い理解につながるように授業を構成することが重要」と述べている。

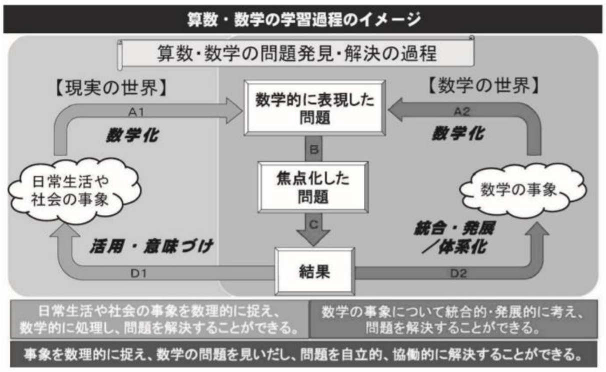

図１　算数・数学の学習過程のイメージ
文部科学省(2017b)

３　授業実践の構想

(1)授業実践で扱う教材

本研究では，教科書教材(啓林館，2015)「東京オリンピックの記録を予想しよう」という教材を用いる。過去のオリンピック陸上100mの優勝記録から，2020年の優勝記録を予想しようとする一次関数の活用問題である。記録の変化の様子を散布図に表し，一次関数と「みなす」ことで未来の記

録を予想する。紙面上では計算するだけにとどまっており，トピック的な扱いである。

本実践では計算問題として本教材を用いるのではなく，定式化の場面で数学ソフトであるGeoGebra[5]を用いて，最小二乗法による直線回帰や２点を結ぶ直線などで式を決定する。ICT を活用することで，プログラミング的思考の要素である「改善を繰りかえす」ことを促す。図２は，教科書の一部抜粋であり，授業で実際に用いるデータの一部である。

オリンピック陸上100m の優勝記録（秒）

開催年（開催地）	男子	女子
1948（ロンドン）	10.3	11.9
1952（ヘルシンキ）	10.4	11.5
1956（メルボルン）	10.5	11.5
1960（ローマ）	10.2	11.0
1964（東京）	10.0	11.4
1968（メキシコシティ）	9.9	11.0
1972（ミュンヘン）	10.14	11.07
1976（モントリオール）	10.06	11.08

図２　教科書一部抜粋

(2)「みなす」方法とその指導の取り扱い

一次関数と「みなす」方法について先行研究をまとめる。橋本(2015)によると，データを基に「みなす」場合，中学校数学科では，一次関数の「決め方」を考えさせることを学習課題とすることが考えられる。その際，数学ツールや表計算ソフトによる回帰が「ブラックボックス[6]」になってしまうことは避ける必要があり，また，「みなした」ことの妥当性やその適用可能範囲を評価する必要があると述べている。

藤原(2010)は，「一次関数かどうか不明な事象」の場合，①一次関数とみなしてよいかどうかについて生徒同士が話し合える場面を設定すること，②生徒が解決の必要性を感じ，主体的に取り組めるように，誰にとってその問題解決が有益なのかわかるようにすることの二つが重要であると述べている。①に関して，一次関数か不明な事象の場合，一次関数とみなしてよいということの根拠に関しては特別な指導，特別な話し合いが必要であると述べている。

(3)教材の妥当性と問題点について

先行研究を踏まえ，本研究では「東京オリンピックの記録を予想しよう」という教材を用いて，1948 年から 2016 年までのオリンピック男子 100m の優勝記録のデータをもとに 2020 年の優勝記録を予想する。データの相関係数は$r=-0.86215$，回帰直線は$y=-0.0097x+29.157$，決定係数は$R^2=0.7433$となり，強い負の相関があるといえる。図３はExcel で散布図を作成し，決定係数，回帰直線を求めた図である。

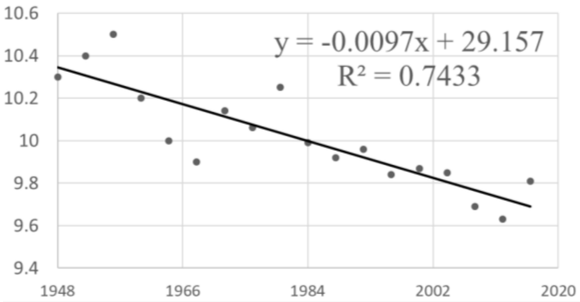

図３　Excel の最小二乗法による回帰直線と決定係数R^2

しかし，相関があるといっても因果関係があるとは限らない。つまり，疑似相関である可能性がある。また，データのサンプル数も 18 個と十分に多いとは言えない。本教材のデータを読み取る際には数値だけにとらわれず，複数の因子を捉え，慎重に扱っていかなければならない。

次に，本教材の問題点を検討する。まず，関数の教材の問題点として，連続性の問題，定義域の問題などがある。また，生徒には本当に一次関数とみなしてもよいのかという判断材料がない。得られた結果，つまり 2020 年のタイム予想が，本当に予想に近いか確かめる手段も持っていない。藤原(2010)の指摘する，その問題解決が誰にとって有益なのかということも曖昧である。

これらの問題点に対して，本研究では以下のような対応を行う。まず，「本当に一次関数とみなしてもよいのか判断材料がない」という問題点に対しては，「理想化」や「単純化」という数学的な考え方があることを伝え，他に手がないならば一次関数とみなしてやってみようという立場で授業を進める。ここには授業者の主導が大きく関わる。「2020 年のタイム予想が妥当か確かめる手段がない」という問題点に対しては，生徒の主観によるものが大きいが，常識の範囲外の予想は外すという対応ができる。「問題解決が誰にとって有効か」という問題点には，タイム予想がオリンピックの記録だけでなく個人や自身の記録にも応用できるかという発展が考えられる。

以上のように教材としての問題点・限界点は多く存在するが，本教材の長所として，強い負の相

関があること，生徒がGeoGebraを用いて操作できる現実の数値であること，生徒の興味関心を引く題材であることなどを活かして，授業を構想することとした。また，藤原(2010)を参考に一次関数とみなしてよいか生徒同士が話し合える場面を設定することを構想したが，本教材では上記で述べたようにみなしてもよいという根拠が曖昧である。そこで，本実践では教師側から「理想化」，「単純化」という考え方を伝え，「近似する」という手法を提示した。そこから先の判断は生徒同士の問題解決のための合意によるものとした。

４　実施した授業の実際

(1)日時・対象・授業者・教具

日時：2018年10月31日９:50～10:40
　　　　　11月２日８:50～９:40

対象：Y県立A中学校第２学年１クラス(男子16名，女子17名，計33名)

授業者：太田倖暉

教具：iPad，電卓，プロジェクター，スクリーン，実物投影機

(2)分析・考察方法

生徒のワークシートへの記入，振り返りの記入，発話記録，ビデオ録画，授業者の授業分析等から分析・考察する。

(3)授業実践の概要

前述３で述べた教材を，一次関数の活用として２時間扱いで授業を実施した。

２時間を通した基本課題

「東京オリンピックの記録を予想しよう。」

授業の目標は，「オリンピック男子100mの過去の優勝記録を一次関数とみなし，一次関数を利用して問題解決することができる。」である。

第１時ではデータを散布図に表し，どのような傾向があるか分析した。「タイムがだんだん早くなっている。」，「1984年以降は９秒台。」という生徒の言葉から，優勝タイムのデータは一次関数とみなせるかということを課題とした。生徒は一次関数かそうでないか判断する基準を持っていないため，「理想化・単純化して考える」という近似の考え方を伝え，一次関数とみなして散布図に直線を引かせた。その後に直線の式を求める手段としてGeoGebraをダウンロードしたiPadを配布し，データを入力した。

第２時では，GeoGebra で散布図を作成した後，「２点を通る直線」，「最良近似直線[7]」といった直線を引く機能を説明した。例題として，「1972年と2008年を結ぶ直線」を引かせ，x=2020を代入して2020年の記録の予想を求めた。その後に，本教材の肝である，「今回の課題ではどのように直線を引くと妥当か，それとも直線を引いてみたがそもそも一次関数とみなすことに問題があるのか。」ということを考えさせた。発問の後，生徒の意見として，以下の３つを全体で共有した。

・1964年と2004年の２点を結ぶ直線（傾きが小さくなるように引いた直線）
・1948年と1964年の２点を結ぶ直線（傾きが大きくなるように引いた直線）
・すべての点による最良近似直線

GeoGebra による回帰がブラックボックスにならないようにするための工夫として，全く相関のないデータに対しても回帰直線を引いてしまうことを全体で共有した。最後に，仮定と理由と共にそれぞれの考えをノートに記入させた。図４は，コンピュータと生徒が１対１ではなく，GeoGebraの画面を通して生徒同士が意見を交流している様子である。なお，本実践では散布図や相関，最小二乗法という用語は統計分野が未習であるため生徒の前では用いておらず，グラフ用紙，点，一次関数のグラフという用語を用いた。

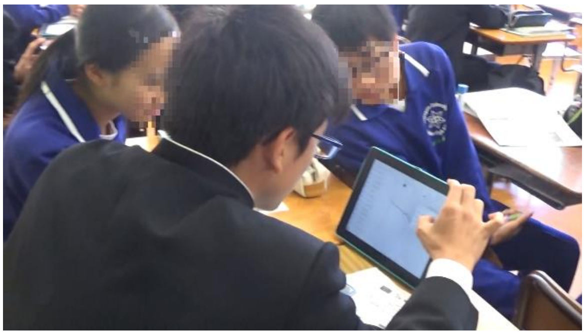

図４　iPadの画面に注目する生徒

本実践は実際にプログラムを組んでいるわけではないため，小学校段階で目指されているプログラミング教育とは性格が異なる。本実践は，中学校数学科において，プログラミング的思考を伴い数学的活動を促進しようとするICTの活用の授業と位置付けることができる。なお，iPadはA中学校に常備されている第４世代iPadを使用した。それらにGeoGebraをダウンロードし，生徒の各ペアに１台ずつ配布した。また，計算時間の短縮のため電卓を用意した。下の図５は生徒が操作する実際のGeoGebraの画面一部抜粋であり，データ全

体の最良近似直線を表示している。

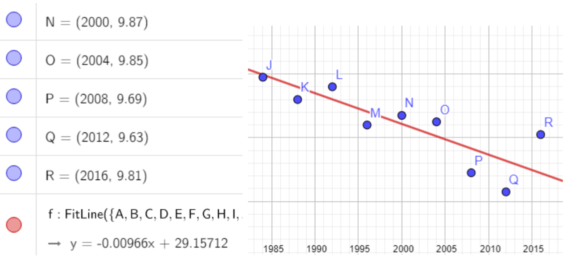

図５　GeoGebra の画面一部抜粋（データの点とそれに対する最良近似直線）

５　実践の分析・考察

実践した授業を分析・考察する。前述３(2)で述べたように，本実践は教材として多くの問題点が存在する。特に，「みなす」根拠が曖昧であることや，課題の解決が生徒にとって有益であるとはいえないことは筆者の教材研究不足によるものである。教師の趣味に生徒を付き合わせていると批判があっても当然のことだろう。しかし，そのような生徒にとって理不尽な課題であっても，生徒は豊かな思考や活動を見せてくれた。以下からは，特にプログラミング的思考との関連が強いと思われる生徒の活動と思考を分析・考察するとともに，教師の手立ての在り方を考察する。

(1)変域を限定して関数関係をつかむ

①プログラミング的思考を発揮し，一次関数の式を求めようとする生徒Ｂ

まず，部分的に最良近似直線を適応しようとした生徒Ｂに着目する。図２の散布図をよく見ると，1964～1980 年はばらつきが大きく，1984 年以降は比較的ばらつきが小さく，タイムが縮んでいるとみることができる。生徒Ｂはここに着目し，データ全体の回帰直線を求めるのではなく，部分的に一次関数とみなし，回帰しようとした。以下は生徒Ｂの記述と振り返りである。

生徒Ｂの記述

A～R までの，今わかっている全ての記録の最良近似，G～R の記録の最良近似で，上のものでは，A～D あたりでは，変化が激しく，不安があったため，G～R の方も調べた。タイムとしては，実際にQ で出ているタイムと大差ないため，問題ないと考えた。

生徒Ｂの振り返り

最初は GeoGebra を使って記録の予想をしたが，タイムにはバラツキがあるので，結果的に出したものでは，すでに出ているタイムと同じくらいになった。他のものでも使ってみたい。

生徒Ｂはデータのばらつきが小さい範囲で最良近似直線を用いたが，結局，全体で用いたときと大きな差が表れなかったため，どちらにすればよいか最終的な判断がつかない様子であった。

②生徒Ｂの学びの考察

一次関数の式を求め，結果がどの様に異なるかトライ＆エラーの結果がすぐに確認できることは ICT を用いる大きな意義であるだろう。ICT を用いることですぐに結果を確認できるからこそ，生徒B はデータ全体での回帰と限定した部分での回帰に大きな差が表れないことを自らの手で発見したのである。生徒Ｂは活動を通して，データの一部分に着目し，一次関数という既有の知識を用いて，トライ＆エラーを繰り返しながら最善の式を模索した。プログラミング的思考の要素である「難しい問題を簡単な問題の集まりに変換する」という部分は，「記録の予想」という難しい問題を，「データを一次関数とみなして考える」という簡単な問題とする部分にあたる。「改善を繰り返す」という部分は上で述べた ICT の活用によって行われた。特に，相関の全くない適当なデータに対しても最良近似直線が引かれてしまうことを例示したことで，生徒が「本当に最良近似直線は使えるのか」と再考することができた。つまり，生徒Ｂはプログラミング的思考の要素に沿った活動の中で ICT を用いて試行錯誤を繰り返すことで，一次関数の式を求めようとする数学的活動が促進されたと示唆される。

(2)生活経験から前提条件に立ち返る

①一次関数とみなせないと判断した生徒Ｃ

次に，最終的に一次関数であるとはみなせないという結論に達した生徒Cに着目する。生徒Cは，課題を提示した最初から一次関数だとみなすことに否定的であった。第１時の冒頭で，なぜ一次関数とみなすことができないかと問いかけたところ，「走る人が毎回違う。」,「追い風とか向かい風とか気象条件がある。」という声が返ってきた。これらの生徒の声はもっとも考え方であるが，今回は理想化・単純化してとりあえず一次関数で考えてみようという立場に立とうということを説明し，授業を進めた。第１時，第２時と授業を進めると，

生徒Ｃは自分の考えに戸惑いながらも，以下のような記述を残した。

生徒Ｃの記述

１次関数のうつ点はほとんど直線になっていて，その平均が最良近似直線になるから。

しかし，この記述は生徒Ｃの本心ではない。生徒Ｃは陸上部ということもあり，そもそも陸上の記録を数学の世界で扱うことに否定的であった生徒である。授業の終盤には，授業者と他の生徒とで，以下のようなやり取りがあった。

T：他のクラスのアイデアでは，（中略）一次関数で考えてみたけど，今回陸上って，一次関数なんて単純な関係では表せないよ。（中略）と最終的な結論を出してくれた人もいました。
S：え？それいいの？
T：そういう風に考える理由が大事です。
S：え，だって・・・。

このやり取りを聞き，生徒Ｃは最初の結論とは異なる結論を振り返りに残した。生徒Ｃは「やはり，一次関数で考えること自体がおかしい。」という自身の最初の判断に確信を持ったと考えられる。授業の最後の振り返りでは，以下のような振り返りを残した。

生徒Ｃの振り返り

やはり，陸上は，１次関数では考えることはできないと思う。陸上は，風速という気象条件が深く関わっていて，１ｍの違いで約 0.2 秒もの差がでてくるため，その差が大きすぎるから。

②生徒Ｃの学びの考察

生徒Ｃの振り返りを見ると，生徒Ｃは「みなせない」という理由まで言及して考えることができている。生徒Ｃのように最終的に一次関数であるとはみなせないと判断した生徒は数名いるが，理由まで言及した生徒は生徒Ｃだけであった。

生徒Ｃは課題を提示したときから一次関数とみなすことに否定的であった。生徒Ｃは直感的に「みなせない」と感じながらも，一度「みなして考える」という立場に立ち，最良近似直線を用いようとしている。ここには，教師の主導が大きく関わっている。そして，生徒にとっては不本意でありながらも「みなして」考え，得られた結果を吟味したところ，自身の生活経験をもとに「やはりみなすことに無理がある」と判断したのである。３(3)では，教材の問題点として得られた結果（タイムの予想）が妥当か確かめる手段がないことが問題点であると述べた。しかし，生徒Ｃはこれまでの自分の経験や知識から，得られた結果が妥当ではないと判断した。具体的には，風速が１ｍ 異なればタイムに 0.2 秒影響するという自身の知識から，その影響があまりにも大きすぎるという判断をしたのである。実際には，風速１ｍで 0.1 秒影響があると言われており，生徒Ｃの判断に大きな誤りは無い。

生徒Ｃは先生に言われたから，という理由ではなく，自分で考え自分で判断したのである。授業の一連の活動には，限られた状況の中で目的を持つ，難しい問題を簡単な問題の集まりに変換する，ICT を用いて改善を繰り返すといったプログラミング的思考の要素が埋め込まれている。このプログラミング的思考を伴った数学的活動の過程で，生徒Ｃは得られた結果を振り返ることができたのではないだろうか。つまり，ICT を用いたプログラミング的思考の要素に沿った数学的活動の中で，生徒Ｃは生活経験をよりどころに根拠を持ちながら一次関数とみなすことができないと判断したと示唆される。

(3)求められる教師の手立て

本実践では，前述(1)生徒 B のようにデータの一部分に着目して改善を繰り返したり，(2)生徒Ｃのように得られた結果を吟味しようとしたりする姿が見られた。このような生徒の数学的活動をさらに充実させるために，教師の手立てとしてどのようなことが求められるだろうか。

データの一部分に着目するということは，変域を限定して考えるということである。変域を考慮して考える視点として，生徒Ｄの記述に着目できる。括弧は後に筆者が追記した。

生徒Ｄの記述

僕は，このグラフは一次関数とみなすとしても，その数値を信用することはできない。最良近似直線のグラフにしたって，2998 年には，タイムは「０」になってしまい，それ以降は-（マイナス）になる。人間の肉体には限界がある。

生徒Ｄの振り返り

今回，予想をグラフにしてみたら，最良近似直線であったとしても千年後には，タイムは０秒という訳の分からない記録になった。人間の肉体も限界というものがある。僕は，このような予想に数

学はつかえないと思った。

生徒Dは一度，一次関数とみなして問題解決に向かった。そしてGeoGebraの画面を何度もスクロールし，x 軸との交点までグラフをたどったのである。その結果，生徒Dは2998年にはタイムが0になるという数学的な根拠をもとに，信用することができないという判断をした。生徒Dは，得られた結果を鵜呑みにするのではなく，数学的な根拠をもとに自身の判断を下したのである。より数学的な表現にするならば，一次関数の変化の割合が一定であることを根拠としている。しかし，生徒Dの記述からは，一次関数と「みなす」ことを認めつつも，その意義までは感じておらず，また変域についても考えを深めることができていない。このような生徒にこそ教師による説明や問いかけ，生徒同士の協働が必要であるだろう。

今回は実践できなかったが，授業の中で変域の必要性にせまる教師の問いかけであったり，生徒B と生徒 D の意見を全体で共有し変域の有無にせまったりする活動が考えられる。しかし，変域に着目させることは可能だが，ここで問題となるのは「みなす」ことと同様に,「変域を定める根拠」が曖昧であることだろう。この根拠については「みなす」ことと同様に，問題解決のための生徒同士の合意によって決められることが考えられる。このような変域に着目させる発問によって，トライ&エラーをさらに促したり，変域を定めて結果を捉えなおしたりする数学的な活動が促進されることが期待される。

上述の生徒Dは数学的な理由から，(2)の生徒Cは生活経験を根拠に得られた結果を捉えなおしている。この得られた結果の捉えなおしは，算数・数学の学習過程のサイクルを回す上でも価値がある。しかし，その捉えなおしを生徒自身では意識化されておらず，一次関数と「みなす」ことの良さや欠点などを感じる段階までには至っていないと推測される。

本実践は一次関数とみなした上で問題解決を図ったが，今後は生徒自身で「みなす」ことから始めることが必要とされる。ここでの教師の役割として,「みなす」ときにはどんな条件が必要なのか，データのどんな特徴に着目すればよいのか，注意事項は何かということを生徒なりに整理させることが考えられる。例えば，生徒の言葉として,「目で見て直線のようになる」,「得られた結果は近似値である」などが考えられる。生徒自身で一次関数の特徴や「みなす」ときの観点を整理させることで，一次関数を学ぶ意義を感じたり，今後の数学的活動がさらに促進されたりすることが期待される。

６　成果と今後の課題

本研究の目的は，中学校数学科において生徒がプログラミング的思考を発揮し，データの特徴を捉え，一次関数とみなして問題解決する活動を促進する学習指導についての示唆を得ることであった。

実践の分析・考察より，中学校数学科において，ICT を用いてプログラミング的思考の要素に沿った活動の中で，一次関数の式を求めようとする生徒の数学的活動が促進されることが示唆された。特に，相関の全くない適当なデータに対して最良近似直線が引かれてしまうことを例示すること，それによって試行錯誤を繰り返すことが有効に働いた。工夫次第では中学校数学科において，少なくとも関数分野においてプログラミング教育は十分に可能である。

今後の課題として，本研究の課題設定では，問題点が多すぎることも明らかとなった。特に，一次関数とみなしてよいと判断する根拠，一次関数とみなして問題解決する意義については今後の大きな課題である。一次関数とみなして問題解決する意義については，本教材の発展として陸上競技における自分の記録の伸びしろを予想して今後の練習の参考にするなどが考えられる。今回の実践ではそこまで到達できなかったため，今後の課題としたい。

本実践を行ったＡ中学校は普段の授業から ICT 機器を活用しており，その操作に慣れている。考察のような生徒の思考や活動は，A 中学校だからこそ発揮された可能性が十分に考えられる。同時に一般の中学校では，ICT 機器の整備の課題も存在する。各学校に授業で活用できる段階までタブレット端末やプロジェクター等が浸透するには，これから多くの時間が必要だろう。また，ICT 機器を準備したとしてもアプリのダウンロード，アップデートには多くの時間がかかる。本実践では，時間的な余裕があったため筆者一人で準備できたが，多忙な現場ではこれらも大きな課題であるだろう。今後は教壇に立つ身として，これらの課題

に向かい続け，プログラミング教育の可能性を探り続けていきたい。

注

1)自分が意図する一連の活動を実現するために，どのような動きの組合せが必要であり，一つ一つの動きに対応した記号を，どのように組み合わせたらいいのか，記号の組合せをどのように改善していけば，より意図した活動に近づくのか，といったことを論理的に考えていく力。

2)中学校学習指導要領解説総則編(2017a)によると，情報活用能力とは，世の中の様々な事象を情報とその結び付きとして捉え，情報及び情報技術を適切かつ効果的に活用して，問題を発見・解決したり自分の考えを形成したりしていくために必要な資質・能力である。

3)吉田(2018)によると，５つの手順とは以下の手順である。

１．課題を理解する
２．課題を解決するための要素を挙げる
３．要素を記号で表す
４．要素と要素を結ぶ
５．解決されたかチェックする

4)中学校学習指導要領解説数学編(2017b)によると，数学的な見方・考え方とは，事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え,論理的,統合的・発展的に考えることである。

5)GeoGebra とは，幾何，代数，表計算，グラフ，統計，解析を一つにまとめた，無料で安定的に用いることができる動的数学ソフトウェアである。

6)ブラックボックスとは，中が見えずに内部の原理や構造を理解していなくても，機能や使い方を知っていれば得られる結果を利用することができる装置や概念のことである。主に関数領域を学ぶときに多く用いられる。

7)最良近似直線とは,GeoGebra の機能の１つであり，データの数値の組を一次関数による最小二乗法で近似する機能である。

引用文献

赤堀侃司(2017)「プログラミング教育の現状についての考察」,『教育テスト研究センター年報』第２号，pp.19-34.

藤原大樹(2010)「１次関数を学ぶ意義と『みなす活動』についての一考察」，横浜国立大学教育人間科学部附属横浜中学校個別研究【数学科】.

橋本美保ほか(2015)『教科教育学シリーズ③算数・数学科教育』，一藝社，pp.222-229.

Jeannette Marie Wing 中島秀之（訳）(2006) “Computational Thinking” *Communication of the ACM,Vol.49,No. 3*,pp.33-35.

文部科学省(2016)「小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について(議論の取りまとめ)」, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm(最終閲覧日 2019年１月28日)

文部科学省(2017a)『中学校学習指導要領解説総則編』，東山書房.

文部科学省(2017b)『中学校学習指導要領解説数学編』，日本文教出版.

文部科学省(2018)「小学校プログラミング教育の手引（第二版）」, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2018/11/06/1403162_02_1.pdf(最終閲覧日 2019 年１月 28 日)

中村好則(2016)「算数科におけるプログラミング的思考と数学的な見方・考え方の育成に関する考察 - Sphero SPRK Edition を活用した『速さ』の指導事例を通して - 」,『日本科学教育学会研究会研究報告』Vol.31 No.３，pp.9-10.

岡本和夫・森杉馨・佐々木武・根本博ほか(2015)『未来へひろがる数学 MathNavi ブック２』，啓林館，pp.14-15.

吉田賢史(2018)「中学数学におけるプログラミング教育の提案-プログラミングの基礎力を育む中学数学の役割-」, 2018 PC Conference, pp.261-264.

参考文献

S.パパート，奥村貴世子(訳)(1982)『マインドストーム』，未来社.

Possibility of Programming Education in the Junior High School Mathematics: Through Utilization of Linear Functions

Koki OTA